

эффективности регистрации гамма-квантов детектором. Абсолютная погрешность не превышает 0,5 % при наборе не менее 10^4 отсчетов в пике полного поглощения независимо от геометрии измерения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушуев А.В. Методы измерения ядерных материалов в: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2007– 276 с.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ГЛИН КАК БАРЬЕРОВ ДЛЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАО

В.Ф Мышкин, Ван Цайлунь, И.В. Туксов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: caylun1224@gmail.com

Развитие атомной энергетики приводит к накоплению значительных количеств радиоактивных отходов (РАО). Потенциальная опасность актинидов сохраняется сотни тысяч лет. Для локализации РАО необходима разработка эффективных и экологически безопасных методов. Общеизвестно, что эффективным способом обращения с такими отходами является размещение их в геологических формациях, содержащих глины. Цель исследования – оценка коэффициентов диффузии различных катионов в глинистых минералах, используемых как барьер для локализации РАО.

Распространение РАО связано с диффузией радионуклидов в глине и в порах, а также переносом с помощью потоков воды. Установлено, что при плотности более $1,5 \text{ г/м}^3$ глинистые минералы практически не проницаемы для воды [1]. Большая часть радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr , изотопы Pu и U) сорбируется на глине за счёт обмена ионами. Скорость ионного обмена зависит от термодинамики обмена, состава и концентрации раствора, от сорбируемых ионов и ионной формы глины. Более эффективно обмен катионов происходит из нейтральных растворов [2]. Это связано с тем, что ионы металлов не конкурируют с H^+ за активные центры.

Для оценки величины коэффициента диффузии катионов радионуклидов внутри кристаллитов иллита оценивали энергию связи межслоевых ионов с минералом с помощью программы для квантово-химических расчетов Materials Studio. В таблице приведены энергии кулоновской связи минерала иллита с ионами металлов. Известно, что координационные числа зависят от ионных радиусов. Координационные числа указаны в скобках, а радиусы приведены в ангстремах. Чем больше ионный радиус, тем на большее расстояние раздвигаются два соседних слоя атомов минерала, а суммарная энергия связи расчетной ячейки уменьшается. Максимальная энергия связи наблюдается для иона Na^+ .

Таблица 1

ион	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr	Sr	Ra
энергия связи, кэВ	-23,930	-28,390	-26,293	-25,813	-25,374	-25,290	-26,515	-25,819
ионный радиус, Å	1,06 (8)	1,32 (8)	1,65 (8)	1,75 (8)	1,88 (8)	1,94 (6)	1,40 (8)	1,62 (8)

Видно, что с увеличением радиуса катионов щелочных элементов энергия связи уменьшается. Однако, литий выпадает из этой закономерности. Во втором периоде также наблюдается координация между энергией связи и ионного радиуса. Энергия, необходимая для преодоления ионом барьера в элементарной ячейке иллита связана с ионным радиусом. В докладе приводится анализ процессов, приводящих к уменьшению коэффициента диффузии катионов радионуклидов через иллит.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Matusiewicz, M., Olin, M. Comparison of microstructural features of three compacted and water-saturated swelling clays: MX-80 bentonite and Na- and Ca-purified bentonite // Clay Minerals, 54(1), 75-81, 2019.
2. Leng Ya., Henderson M.J., Courtois J. at all. Sorption of plutonium on geological materials associated with a Chinese radioactive waste repository: influence of pH // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. – 2016. – V. 308. – P. 895–903.

ПРОБЛЕМАТИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ПОСЛЕДСТВИЙ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ ДЕЙСТВИЙ В ОТНОШЕНИИ ЯДЕРНЫХ И РАДИАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ, А ТАКЖЕ ОБЪЕКТОВ (ТЕРРИТОРИЙ), ПОДЛЕЖАЩИХ АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ

А.В. Никиенко, Е.А. Власенко

Федеральное государственное унитарное предприятие «Горно-химический комбинат»,
Россия, Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, 53, 662972

E-mail: nikienko24@gmail.com

На ядерных и радиационных объектах Российской Федерации создаются и эксплуатируются системы физической защиты (СФЗ). В целях установления дифференцированных требований к СФЗ осуществляется категорирование объектов. Одним из критериев категорирования является масштаб последствий несанкционированных действий (ПНСД). Для ядерных объектов он определяет категорию ПНСД, для радиационных объектов – категорию последствий диверсий, для объектов, подлежащих антитеррористической защите (АТЗ) – характер чрезвычайной ситуации (ЧС). Точность определения масштаба ПНСД чрезвычайно важна, так как влияет на достоверность установления категории объекта, что, в свою очередь, определяет набор требований, предъявляемых к СФЗ объекта, и непосредственно влияет на величину затрат на оснащение объектов инженерно-техническими средствами охраны. В работе рассмотрены основные проблемы проведения оценки ПНСД, среди которых следующие:

1. Существующая методика Госкорпорации «Росатом», используемая для категорирования ПНСД [1], имеет ряд допущений, существенно влияющих на достоверность результата.
2. На ядерных и радиационных объектах Госкорпорации «Росатом» при категорировании ПНСД часто используется категория объекта по потенциальной радиационной опасности, установленная в соответствии с [2]. При этом критерии категорирования (границы радиационного воздействия) противоречат аналогичным критериям, установленным в [3].
3. Для объектов, подлежащих АТЗ, последствия совершения теракта определяются характером ЧС в соответствии с [4]. Однако данное постановление классифицирует ЧС только природного и техногенного характера, и применение данных классификаторов для терактов некорректно ввиду различия исходных данных (подрыв взрывчатого вещества террористом, местоположение закладки взрывного устройства). Кроме того, формулировки, используемые в [4], не позволяют классифицировать все возможные варианты последствий ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по категорированию предметов физической защиты и ядерных объектов, утвержденные заместителем генерального директора Госкорпорации «Росатом» по безопасности К.И. Денисовым 06 июля 2015 года – М.: Госкорпорация «Росатом», 2015. – С. 11 – 16.